STUDIE

Digitale Zwillinge

Wegbereiter für Ökosysteme von morgen



In Kooperation mit



VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

Inhalt

Executive Summary 2

Die Hypothese: Digitale Zwillinge ermöglichen eine Welt aus intelligenten Ökosystemen 4

Customer Journey – ein Tag mit Digitalen Zwillingen 6

Definition Digitaler Zwilling 8

Detecon Digital Twin Maturity Model 10

Ergebnisse der empirischen Erhebung 14

Einsatz in der Praxis: Digitales Immobilienmanagement auf Knopfdruck 24

Vision: Der Digital Twin als Wegbereiter für das globale Ökosystem der Zukunft 26

Handlungsempfehlungen 28

Die Autoren 30

Unternehmen Detecon 31

Executive Summary

Als virtuelles Spiegelbild realer Anlagen und Systeme ermöglicht ein Digitaler Zwilling eine Vielfalt neuer Anwendungsszenarien und Geschäftsmodelle. Entscheidend für handelnde Akteure in vernetzten Ökosystemen ist es, sich die Vorteile und Voraussetzungen des nahtlosen Austauschs von Informationen aus realer Betriebswelt sowie digitaler Simulation und Steuerungsmanagement deutlich vor Augen zu führen.

Welche Handlungsfelder und Herausforderungen entstehen durch den Einsatz dieses zukunftsweisenden Digitalisierungskonzepts? Diese und weitere Fragen behandelt die hier vorliegende, branchenübergreifende Studie „Digital Twin – Enabler für Ökosysteme von morgen“, welche die Managementberatung Detecon in Kooperation mit dem Cross-Business-Architecture Lab e. V., dem renommierten Anwenderverband für Best Practices in der Digitalen Transformation, erstellt hat.

Die Ergebnisse zeigen, dass die potentiellen Anwender in der großen Mehrheit (92 Prozent) deutlichen Einfluss und Chancen vom Digitalen Zwilling auf Digitalisierungsvorhaben erwarten und sich daher konkret damit beschäftigen. So haben 36 Prozent der deutschen Unternehmen und Organisationen bereits erste Konzepte für Digitale Zwillinge entwickelt. Zugehörige Pilotprojekte wollen 50 Prozent in den nächsten zwölf Monaten starten, wohingegen der Transfer in den laufenden Betrieb bei über 50 Prozent der Befragten erst in drei Jahren erfolgt sein wird. Zur Einordnung eigener Reifegrade stellt die Studie darüber hinaus das Detecon Digital Twin Maturity Model bereit. Es geht insbesondere auf den Standardisierungsgrad der Modellierungsdaten wie auch den Kommunikationsgrad zwischen realem und virtuellen Objekt ein.

Ziel des Digitalisierungskonzepts von Digitalen Zwillingen ist es, reale Prozessabläufe und Funktionen von Produkten und Systemen möglichst vollständig virtuell nachzubilden, um hiermit frühzeitige, rein virtuell ablaufende Simulationen als Basis für geschäftsrelevante Entscheidungen durchführen zu können. Idealerweise geschieht dies über die gesamte Lebensphase eines Produkts hinweg: So wollen mindestens 60 Prozent der Studienteilnehmer in den nächsten 5 Jahren das Konzept auf sämtliche Phasen wie Produktkonzeption, -entwicklung, Produktionsplanung, Produktion sowie Nutzung und After Sales anwenden.

Von unternehmensübergreifenden Ökosystemen wird besonders hohes Potenzial erwartet. Während heute noch knapp 80 Prozent der Befragten den Digitalen Zwilling nur unternehmensintern nutzen, soll sich in 5 Jahren ein umgekehrtes Bild ergeben: Dann wollen 77 Prozent den Digitalen Zwilling vor allem unternehmensübergreifend einsetzen.

Gefragt nach den konkreten Vorteilen eines Digitalen Zwillings führten über 90 Prozent der Teilnehmer Effizienzgründe an. Nur knapp 7% erwarten kaum einen Effizienzgewinn. Knapp 90 Prozent erwarten zudem auch besser abgedeckte Kundenbedürfnisse und 75 Prozent trauen dem Digitalen Zwilling zu, die Entwicklung neuartiger Produkte zu erleichtern.

Gefragt nach den größten technologischen bzw. organisatorischen Herausforderungen bei der Umsetzung mangelt es bei 78 Prozent der Unternehmen an Knowhow in Bezug auf die Umsetzung von Digitalen Zwillingen. 75 Prozent bemängeln eine unzureichende Standardisierung und 73 Prozent haben noch kein geeignetes Geschäftsmodell identifiziert. 69 Prozent besitzen eine unzureichende IT-Infrastruktur und 54 Prozent finden die externen IT-Strukturen unzureichend.

Digitale Ökosysteme als Erfolgsfaktor

Eine wichtige Voraussetzung, damit digitale Zwillinge den Erfolg ganzheitlicher Digitalisierungsvorhaben entscheidend unterstützen, wird darin liegen, dass bisher geschlossene Einzelsysteme aus Prozessen und IT-Lösungen zu Ökosystemen auf geeigneten Plattformarchitekturen zusammenwachsen. Hierfür gilt es aber, starre Strukturen zu öffnen und Grenzen aufzulösen. Silobasierte Ansätze werden kaum überleben.

Die Hypothese: Digitale Zwillinge ermöglichen eine Welt aus intelligenten Ökosystemen

In der digitalisierten Welt ändern sich Chancen und Geschäftsmodelle sehr schnell. Ohne neue Kooperationen – unternehmensübergreifend und auch innerhalb einer Organisation – ist die Dynamik kaum zu stemmen. Zudem gilt es, Datensilos aufzubrechen und als Informationen übergreifend nutzbar zu machen. All diese neuen Beziehungen bei ambitionierten, komplexen Digitalisierungsvorhaben zwischen immer mehr Beteiligten gestalten sich stets multilateral. Eine Smart City beispielsweise, mit all ihren eingebetteten IoT-Szenarien muss übergreifend und ganzheitlich geplant werden, um ihren vollen Nutzen für Gesellschaft und Ökonomie zu entfalten.

Dies macht Prozesse wesentlich komplexer und stellt völlig neue Anforderungen an die Unternehmen – die richtig umsetzend, große Potenziale erschließen können. Vernetzte Zusammenarbeit gelingt aber nur dann, wenn bisher geschlossene Einzelsysteme aus Prozessen und IT-Lösungen zu Ökosystemen zusammenwachsen. Organisationsstrukturen müssen sich daher öffnen und bisherige Grenzen überwinden. Denn nur im offenen Ökosystem gelingt es, alle Vorteile datenbasierter Services und Geschäftsmodelle auszuschöpfen. Gleichzeitig gilt es, das Urheberrecht zu wahren, um Datenklau oder -missbrauch zu verhindern.

Hierzu ist es erforderlich, Technologien, Datenströme und Informationsflüsse zusammenzuführen. Als Wegbereiter für datenbasierte Ökosysteme und zur zielgerichteten Orchestrierung dieser digitalen Abbilder der physischen Welt bietet sich ein Digitalisierungskonzept in besonderem Maße an: Der Digitale Zwilling.

Laut dem Marktforschungsinstitut Gartner wollen bis 2021 die Hälfte der größeren Industrieunternehmen Digitale Zwillinge einsetzen[1]. Ihre Hoffnung: Die hiermit entstehenden standardisierten Modelle für den Datenaustausch treiben die Chancen des Internets der Dinge (IoT) und der Datenanalyse massiv voran und ermöglichen es, Assets und Prozesse bis hinunter auf die Detailebene zu überwachen und immer weiter zu optimieren.

So lassen sich etwa komplexe Industrieanlagen, Maschinen, aber auch Dienstleistungen und Prozesse – nahezu in Echtzeit – steuern und verbessern. Und dies über den gesamten Lebenszyklus hinweg von der Idee bis zum Um- oder Rückbau. Beispielsweise lassen sich mit dem digitalen Zwilling – gemeinsam mit Digitalisierungstechnologien wie Virtual Reality – frühzeitig bei der Planung und Konstruktion mögliche Fehler erkennen und Prozessabläufe optimieren, indem die Anlage bereits vor dem Bau virtuell in Betrieb genommen wird. Im Live-Betrieb füttern Maschinen und Sensoren das digitale Abbild permanent mit Daten, wodurch wiederum auf iterative Weise noch einmal Abläufe verfeinert und verbessert werden können.

Es entsteht die notwendige Transparenz, um Produkte, Prozesse und Systeme virtuell zu designen, zu testen und zu optimieren. Neue Anwendungen und Geschäftsmodelle, aber auch Partnerschaften können so digital erprobt werden, ohne sie aufwändig in der Realität aufbauen zu müssen.

In einer hohen Ausbaustufe gibt der Digitale Zwilling seinem physischen Bruder sogar direkt Rückmeldungen und bildet zusammen mit ihm ein selbststeuerndes und sich selbst verbesserndes KI-System. Stets ist Informationsmanagement der Schlüssel, um relevante Informationen rechtzeitig und sicher für Entscheidungsträger bereitzustellen.

Unsere Hypothese: Wir erwarten für die Zukunft, dass Ökosysteme immer mehr zusammenwachsen und Digitale Zwillinge systemübergreifend agieren. Damit entsprechende Allianzen auf der Technologie-Ebene zur Zusammenarbeit fähig sein können, wird es erforderlich sein, innovative Ökosystem-Architekturen aufzubauen, die auf offenen Standards, sicheren Clouds und dem Prinzip des Gebens und Nehmens beruhen sollten. Rein silobasierte Ansätze werden kaum überleben.

Ziel dieser Studie ist es, aufzuzeigen, inwiefern das Konzept des Digitalen Zwillings Unternehmen dabei hilft, die Herausforderungen ihrer eigenen digitalen Transformation zu meistern und ihre Positionierung im Ökosystem der Zukunft zu finden.

1 *Prepare for the Impact of Digital Twins, Gartner 2017*

Customer Journey – ein Tag mit Digitalen Zwillingen

Auch im privaten Bereich wird das Leben jedes Einzelnen zunehmend digitalisiert und vernetzt – Wearables, Connected Home, Connected Car und Smart City sind nur einige der Entwicklungen, die zunehmend die verschiedenen Lebensbereiche prägen werden. Die Kombination von neuen Businessmodellen mit technologischen Entwicklungen führt dazu, dass Konsumenten zunehmend in die Wertschöpfungskette eingebunden werden und selbst höhere Erwartungen an diese stellen (World Economic Forum, Models for the future of consumption). Der Einsatz digitaler Zwillinge stützt dieses Empowerment der Konsumenten. Damit der Digitale Zwilling im Alltag von Konsumenten durchgängig und reibungslos eingesetzt werden kann, ist es wichtig, dass die Unternehmen sich untereinander vernetzen und ihre Systeme aufeinander abstimmen.

Konkret könnte der Einsatz des digitalen Zwillings im Alltag von Paul 2025 so aussehen:

An einem kalten Januarmorgen schrillt Pauls Wecker um 6:30 Uhr. Paul steht auf und bemerkt beim Blick aus dem Schlafzimmerfenster, dass es über Nacht heftig geschneit hat. Dies nimmt er zum Anlass, auf dem Weg ins Badezimmer die App seiner Wohnbaugesellschaft auf dem Tablet-PC aufzurufen, um zu überprüfen, ob alle Sensoren des Gebäudes korrekt arbeiten und Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit passend eingestellt sind. Dies erkennt er auf einen Blick am digitalen Zwilling seiner Mietwohnung auf dem Tablet.

Nach dem Frühstück startet Paul sein Auto in der Tiefgarage. Es ist das erste Highlight seines Tages, denn erst vor zwei Wochen hat er seinen neuen Wagen im Autohaus abgeholt und er freut sich noch immer über die vielen komfortablen Ausstattungsdetails. Über die App des Autoherstellers, die auf seinem Smartphone installiert war, konnte er den Produktionsprozess seines Fahrzeugs jederzeit im Werk verfolgen. Noch in der Endphase der Fertigung hatte er sich entschieden, weitere Ausstattungsmerkmale per App in Auftrag zu geben und einbauen zu lassen. Bei dem trüben Schneewetter heute ist er froh, dass er doch die Xenon-Scheinwerfer wählte. Jetzt bucht er im Auto per Sprachsteuerung temporär Allradantrieb hinzu, der ihm am Bordcomputer als Empfehlung angezeigt wird. Mit der Sensorik im Auto und dessen digitalem Zwilling lassen sich von Paul das optimale Fahrverhalten bestimmen sowie Wartungen und Reparaturen vereinfachen. Die Standardisierung des digitalen Zwillings ermöglicht auch der Versicherung Zugriff auf die Fahrzeugdaten inklusive der Angaben zum Fahrverhalten. So profitiert er dank seiner sicheren Fahrweise von geringeren Prämien.

Seine Parkplatz-App navigiert ihn ohne Umwege auf einen freien Parkplatz. Paul hat sich aufgrund des Winterwetters entschieden, nicht ins weiter entfernt gelegene Büro seines Unternehmens, eines Herstellers für Verpackungsmaschinen, zu fahren. Stattdessen nutzt er ein Co-Working-Büro. Dort angekommen, richtet sich Paul an seinem Platz ein, den er bequem über eine App gebucht hat. Im Rahmen der Registrierung für die App wird ein digitaler Zwilling eines jeden Nutzers erstellt, der für die anderen Nutzer der Co-Working-Büros sichtbar ist. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, sich über die App automatisch mit Nutzern zum Lunch oder Kaffeetrinken zu verbinden, die auf Grundlage ihres digitalen Zwillings ausgewählt werden. Dadurch kann Paul interessante neue Kontakte knüpfen und seinen Horizont erweitern.

Bei seinem Arbeitgeber ist der Einsatz digitaler Zwillinge im Produktionsprozess bereits seit fast zehn Jahren Standard. Durch die reibungslose Kommunikation zwischen der physischen Anlage und dem digitalen Zwilling lässt sich die Fertigung von überall optimieren und Paul kann so im Notfall schnelle Änderungen auch von seinem Co-Working-Arbeitsplatz vornehmen. Auch die Abstimmung mit Zulieferern sowie Kunden wird durch den Einsatz neuer Standards vereinfacht.

Nach der Arbeit geht Paul den frostigen Temperaturen zum Trotz eine Runde joggen, um den Kopf nach dem anstrengenden Arbeitstag frei zu bekommen. Er zieht sich seine Laufschuhe an und stellt sicher, dass seine Laufuhr mit den Schuhen verbunden ist. Die Laufschuhe sind kein standardisiertes, in Asien produziertes Massenprodukt, sondern wurden vom Hersteller in einer digitalen Fabrik speziell nach seinen Maßen und Laufgewohnheiten zeit- und ortsnah gefertigt. Mit der Laufuhr werden Pauls Herzkreislaufwerte permanent überwacht. Er erhält Impulse über seine Schuhsohle, wenn er langsamer oder schneller laufen soll, die auf Grundlage seiner in der App eingegebenen Ziele, seiner Pulsfrequenz sowie Gegebenheiten wie Laufuntergrund und der aktuellen Wettersituation vorgeschlagen werden. Am digitalen Zwilling seines Laufschuhs lässt sich auch eine Laufanalyse durchführen und Paul erhält Tipps, wie er seinen Laufstil optimieren kann.

Später am Abend bucht Paul eine Mittelmeer-Kreuzfahrt im nächsten Sommer. Ein virtueller Rundgang über das Kreuzfahrtschiff hilft ihm, die passende Kabine für sich und seine Partnerin auszuwählen. Während er voller Vorfreude die Buchung abschließt, befindet sich das Kreuzfahrtschiff derzeit zur Wartung in der Werft. Da der Verschleiß der einzelnen Teile an einem digitalen Zwilling des Schiffs verfolgt wird, ließ sich die Wartung frühzeitig planen, bevor es zu Ausfällen aufgrund technischer Defekte gekommen wäre. Auch während der Fahrt wird das Schiff laufend überwacht und die zuvor virtuell optimierte Fahrweise bei geringstmöglichem und umweltschonendem Erdgasverbrauch lässt sich dank des digitalen Zwillings direkt umsetzen, jederzeit überwachen und an veränderte Wetterbedingungen anpassen.

Definition Digitaler Zwilling

Es existieren aktuell verschiedene Definitionen für digitale Zwillinge. Dies ergibt sich unter anderem aus der Vielfalt verschiedener Perspektiven, die in den jeweiligen Industrien vorherrschen. Nachfolgend werden folgende Quellen näher betrachtet:

- Fraunhofer IOSB
- Fraunhofer IPK und TU Berlin
- GE Digital
- IBM
- Gartner (März 2018)
- Detecon

Fraunhofer IOSB

Unter dem Begriff „Digitaler Zwilling" versteht das IOSB ein Konzept, mit dem Produkte sowie Maschinen und ihre Komponenten mit Hilfe digitaler Werkzeuge modelliert werden, und zwar einschließlich sämtlicher Geometrie-, Kinematik- und Logikdaten. Ein Digitaler Zwilling ist das Abbild des physischen 'Assets' in der realen Fabrik und erlaubt dessen Simulation, Steuerung und Verbesserung. Industrie 4.0-Arbeitsgruppen diskutieren Digitale Zwillinge in Verbindung mit der sog. Verwaltungsschale und Industrie 4.0-Komponenten. Die Definition von Fraunhofer IOSB bezieht sich rein auf die Modellierung physischer Objekte mit Hilfe digitaler Werkzeuge und betrachtet nicht den Lebenszyklus des physischen Objektes.

Quelle: https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/80212/

Fraunhofer IPK und TU Berlin

Fraunhofer IPK und TU Berlin definieren einen digitalen Zwilling wie folgt: „Ein digitaler Zwilling ist die digitale Darstellung eines einzigartigen Assets (Produkt, Maschine, Service, …), das seine Eigenschaften, seinen Zustand und sein Verhalten anhand von Modellen, Informationen und Daten ändert. (Stark, Kind und Neumeyer 2017). Damit bietet der digitale Zwilling eine Trennung von Nutzungsdaten und Modellen für eine Simulation an. Auch werden Zustandsänderungen im Sinne eines Lebenszyklus angerissen.

GE Digital (General Electric)

Für GE Digital ist ein digitaler Zwilling ein Softwarekonstrukt, das physische Systeme und die digitale Welt überbrückt. Der digitale Zwilling kann der digitalen Welt als Stellvertreter dienen. Es sammelt im Laufe der Zeit Daten über die Struktur des Systems, seinen Betrieb und die Umgebung, in der es arbeitet. Zusammen mit den Daten wird Intelligenz durch Analyse, Physik und maschinelles Lernen aufgebaut. Sie können den digitalen Zwilling eines bestimmten Systems nach vergangenen und aktuellen Leistungen, Operationen sowie nach Frühwarnungen und Vorhersagen abfragen. Die Definition von GE stellt die Verbindung zu Analytics und Machine Learning her und geht über die Definition eines digitalen Zwillings anderer Anbieter weit hinaus.

Quelle: https://www.ge.com/digital/blog/digital-twin-technology-and-outcomes-you-should-expect

IBM

Der digitale Zwilling ist die virtuelle Darstellung eines physischen Objekts oder Systems während seines Lebenszyklus (Design, Build, Operate) unter Verwendung von Echtzeit-Betriebsdaten und anderen Quellen, um Verständnis, Lernen, Schlussfolgern und dynamische Neu-Kalibrierung für verbesserte Entscheidungen zu ermöglichen. Das physische Objekt kann alles sein, von einem Gebäude bis zu einem Kugellager, wobei das System elektrisch, mechanisch oder Software darstellt und, noch wichtiger, die Interoperabilität zwischen den Systemen (d. H. Systeme von Systemen).

Die Definition von IBM betrachtet sowohl die reine Virtualisierung eines physischen Objektes als auch dessen Lebenszyklus. Es wird weiterhin die Interoperabilität zwischen den verschiedenen Systemen betont.

Quelle: https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/immersive-analytics-digital-twin/

Gartner (März 2018)

Ein digitaler Zwilling ist eine digitale Repräsentation einer realen Entität oder eines realen Systems. Die Implementierung eines digitalen Zwillings ist ein gekapseltes Softwareobjekt, das eine einzigartige physische Einheit widerspiegelt. Es beruht auf Sensor- oder anderen Daten, um den Zustand des Objekts zu verstehen und potenziell darüber zu berichten. Zusätzlich zum Empfangen von Feeds von der realen Entität kann ein digitaler Zwilling Daten, Software, Modelle und Aktualisierungen zu der realen Entität oder einem System in der Nähe herunterladen. Daten von mehreren Zwillingen können für eine zusammengesetzte Ansicht über mehrere reale Entitäten aggregiert werden.

Auch Gartner erweitert damit das Konzept des digitalen Zwillings in Richtung eines Ökosystems, welches Daten verschiedener Zwillinge miteinander verknüpft.

Detecon

Detecon hat sich, als Autor dieser Studie, dazu entschieden, in der hier vorliegenden Publikation folgende Definition zu nutzen:

Ein digitaler Zwilling ist die virtuelle Darstellung eines physischen Objektes, wobei operative Daten und andere Datenquellen verwendet werden, um die Überwachung und dynamische Kontrolle des Objektes zu ermöglichen. Dies deckt den gesamten Bereich angefangen von einer Lebenszyklusphase bis hin zum gesamten Produktlebenszyklus ab. Die Reife eines digitalen Zwillings wird abhängig von der Ebene der Kommunikation und dem Grad der Standardisierung definiert. Der Grad der Kommunikation beschreibt dabei die Verbindung zwischen dem digitalen Zwilling und dem physischen Objekt. Der Grad der Standardisierung spiegelt dabei die Modellierung der Daten- und Datenquellen wider.

Detecon Digital Twin Maturity Model

Von der Definition des digitalen Zwillings ausgehend lässt sich ein möglicher Reifegrad mehrdimensional betrachten. Sowohl der Grad der Kommunikation zwischen dem digitalen Zwilling und dem physischen Objekt als auch der Grad der Standardisierung hinsichtlich der Modellierung der Daten- und Datenquellen spielen dabei eine Rolle.

Detecon hat zur Veranschaulichung dieser Zusammenhänge ein sogenanntes Digital Twin Maturity Model entwickelt: Darin wird beim Grad der Kommunikation zwischen der Kommunikationsrichtung als auch der möglichst intelligenten Verarbeitung der Daten unterschieden. Es ergeben sich fünf Level:

0. Repräsentator
Es findet keinerlei Kommunikation zwischen dem physischen Objekt und der virtuellen Repräsentation statt.

A. Simulator
Die Kommunikation ist unidirektional, d.h. sie ist begrenzt auf die Richtung vom physischen Objekt zur virtuellen Darstellung.

B. Monitor
Die Kommunikation dient der Überwachung des physischen Objektes und erfolgt vom Objekt zur virtuellen Darstellung. Hierbei werden in erster Linie Sensordaten visualisiert.

C. Smart Monitor
Smart Monitoring ist eine Erweiterung des Levels „Monitor" und beinhaltet die Verknüpfung empfangener Daten und eine Anreicherung dieser Daten, um neue Erkenntnisse zu gewinnen (Smart Data) und diese zu visualisieren.

D. Digitaler Zwilling
Beim Level digitaler Zwilling erfolgt zusätzlich eine Kommunikation von der virtuellen Darstellung zum physischen Objekt, also eine bi-direktionale Kommunikation um z.B. einen Aktuator anhand der gewonnenen Smart Data zu steuern. Somit hat eine Interaktion mit dem virtuellen Modell eine direkte Auswirkung auf das physische Objekt.

Der Grad der Standardisierung bezieht sich auf die Modellierung der Informationen, die ausgetauscht werden sollen. Abhängig vom Grad der Verwendung eines standardisierten Informationsmodells wie z.B. OPC UA oder DDS ergeben sich folgende 4 Stufen: (siehe unten).

Aus der Kombination der beiden Dimensionen „Kommunikation“ und „Standardisierung“ ergibt sich eine 20-Felder Matrix mit entsprechenden Eigenschaften der digitalen Zwillinge. Einige Felder ergeben technologisch wenig Sinn werden der Vollständigkeit halber aber auch betrachtet. Weiterhin ergibt sich eine Tendenz des Reifegrades von 01 nach D4.

1. Hands-on

Auf dem Level Hands-on gibt es keinerlei Standardisierung. Falls ein Informationsmodell verwendet wird, arbeitet es proprietär, Interoperabilität ist ausgeschlossen und der Entwicklungspfad zum nächsten Level ist stark eingeschränkt:

2. Basismodell

Das Basismodell basiert auf einem Informationsmodell und ermöglicht den Austausch von Daten mit externen Systemen:

3. Twin of Twins

Beim Level „Twin of Twins“ können die verschiedenen digitalen Zwillinge auf Grund eines einheitlichen Informationsmodells miteinander verknüpft werden.

4. Weltmodell

Ein digitaler Zwilling auf Basis eines Weltmodells kann vollumfänglich in andere Ökosysteme integriert werden. Ein derartiger digitaler Zwilling nutzt standardisierte Komponenten und ermöglicht den Datenaustausch innerhalb des Öko-systems.

Weltmodell	04	A4	B4	C4	D4
Twin of Twins	03	A3	B3	C3	D3
Basismodell	02	A2	B2	C2	D2
Hands - on	01	A1	B1	C1	D1
	Repräsentator	Simulator	Monitor	Smart Monitor	Digitaler Zwilling

Die einzelnen Felder der Matrix haben folgende Bedeutung:

01 **Repräsentator / Hands-on:** Diese Kategorie lässt sich mit einer analogen Skizze auf Papier vergleichen. Die Beschreibung eines Zwillings erfolgt nicht auf Basis eines Standards und es findet keinerlei Datenaustausch statt.

02 **Repräsentator / Basismodell:** Die Modellierung eines Objektes erfolgt anhand definierter Standards und erlaubt erste Rückschlüsse über das reale Objekt.

03 **Repräsentator / Twin of Twins:** Die Modellierung eines realen Objektes erfolgt zusätzlich Branchen übergreifend, so dass komplexe Abläufe simuliert werden können.

04 **Repräsentator / Weltmodell:** Das Modell beschreibt vollumfänglich das reale Objekt anhand definierter Informationsmodelle. Es findet aber keinerlei Interaktion zwischen Modell und realer Welt statt. Mit dieser Kategorie lassen sich z.B. komplexe Produktionsabläufe simulieren.

A1 **Simulator / Hand-on:** Das virtuelle Abbild eines realen Objektes wurde anhand einmalig erfasster Daten definiert und kann damit das Verhalten des Objektes simulieren. Eine Weiterverarbeitung bzw. Austausch dieser Daten ist nicht vorgesehen.

A2 **Simulator / Basismodell:** Die mögliche Kommunikation findet unilateral zwischen dem physischen Objekt und seinem virtuellen Abbild statt. Ein Informationsaustausch mit externen Systemen kann auf Basis eines einfachen Informationsmodells stattfinden.

A3 **Simulator / Twin of Twins:** In dieser Kategorie können zusätzlich die virtuellen Abbilder verschiedener realer Objekte untereinander anhand standardisierter Informationsmodelle miteinander kommunizieren.

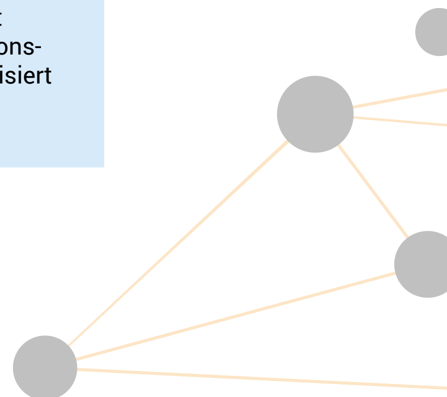
A4 **Simulator / Weltmodell:** Das virtuelle Abbild beschreibt und simuliert vollumfänglich das reale Objekt anhand standardisierter Informations-modelle.

B1 **Monitor / Hands-on:** Mit Hilfe eines virtuellen Abbildes eines realen Objektes können erfasste Daten visualisiert werden. Eine Weiterverarbeitung bzw. Austausch dieser Daten ist nicht vorgesehen.

B2 **Monitor / Basismodell:** Mit einer einfachen Standardisierung der gesammelten Daten wird eine Vergleichbarkeit der Daten ermöglicht.

B3 **Monitor / Twin of Twins:** Aufgrund einer weitreichenden Standardisierung der Informationen kann das virtuelle Abbild eines realen Objektes zu sätzlich auch Daten anderer Objekte visualisieren.

B4 **Monitor / Weltmodell:** Das virtuelle Abbild beschreibt und simuliert vollumfänglich das reale Objekt anhand standardisierter Informations-modelle. Hierbei können komplexe Sensordaten erfasst und visualisiert werden.



C1 **Smart Monitor / Hands-on:** Mit Hilfe eines virtuellen Abbildes eines realen Objektes können die erfassten Daten visualisiert werden. Eine Weiterverarbeitung bzw. Austausch dieser Daten ist nicht vorgesehen.

C2 **Smart Monitor / Basismodell:** Die Kommunikation findet unilateral zwischen dem physischen Objekt und seinem virtuellen Abbild statt. Diese erfassten Daten werden verarbeitet (Data Analytics) und gegebenenfalls mit externen Daten auf Basis eines standardisierten Informationsmodells angereichert.

C3 **Smart Monitor / Twin of Twins:** Das virtuelle Abbild eines realen Objektes kann zusätzlich standardisierte Informationen aus anderen Datenquellen verarbeiten, anreichern und visualisieren.

C4 **Smart Monitor / Weltmodell:** Das virtuelle Abbild beschreibt und simuliert vollumfänglich das reale Objekt anhand standardisierter Informationsmodelle. Die erfassten Sensordaten werden mit Hilfe künstlicher Intelligenz verknüpft und angereichert, um neue Erkenntnisse zu gewinnen und diese zu visualisieren.

D1 **Digitaler Zwilling / Hands on:** Ein digitaler Zwilling dieser Kategorie ist ein einmaliger Prototyp, welcher proprietäre Daten eines physischen Objektes erfasst, verarbeitet und damit das Objekt ggf. steuert.

D2 **Digitaler Zwilling / Basismodell:** Eine einfache Standardisierung ermöglicht die digitale Erfassung und Weiterverarbeitung von Information eines realen Objektes. Ziel ist nicht nur eine Überwachung, sondern auch eine Steuerung des realen Objektes mit Hilfe der Informationen des virtuellen Abbildes.

D3 **Digitaler Zwilling / Twin of Twins:** Auf dieser Stufe findet ebenfalls eine bi-direktionale Kommunikation zwischen dem physischen Objekt und seinem virtuellen Abbild statt, sodass die durch Data Analytics gewonnenen Erkenntnisse zur Steuerung des physischen Objektes genutzt werden können. Durch die Verwendung standardisierter Informationsmodelle wird außerdem eine Verknüpfung verschiedener digitaler Zwillinge ermöglich.

D4 **Digitaler Zwilling / Weltmodell:** Digitale Zwillinge dieser Kategorie beschreiben vollumfänglich die Realität auf Basis weltweit definierter, standardisierter Informationsmodelle und können sowohl mit den beschriebenen Objekten als auch untereinander bi-direktional interagieren.

Ergebnisse der empirischen Erhebung

Die Studienergebnisse resultieren aus einer Onlineumfrage der Detecon, die von Dezember 2018 bis März 2019 durchgeführt wurde. Insgesamt sind 170 Teilnehmer aus 10 Branchen befragt worden. Die TOP-3-Branchen waren Telekommunikation, Automobil und der Öffentliche Sektor. Die fünf größten Branchen, nach Teilnehmeranzahl, waren: Automobilbranche, Telekommunikation, Travel/Transport/Logistik, Pharma/ Gesundheitswirtschaft und der öffentliche Sektor.

Die Zielgruppe der Online-Umfrage besteht aus dem Top- und Mittleren Management der Unternehmensbereiche IT, Strategie und Digitalisierung.

Für die Studie wurden drei Themenblöcke definiert, die sowohl den aktuellen Technologiestand als auch die zukünftig zu erwartenden Entwicklungen des Digitalen Zwillings in der Industrie beleuchten:

- Implementierung und Entwicklung von bisher durchgeführten Projekten auf Basis eines Digitalen Zwillings
- Unternehmensstrategie: Chancen und Einflüsse
- Zukünftige, strategische Herausforderungen bei der Entwicklung und Umsetzung von Digitalen Zwillingen entlang der Wertschöpfungsketten

Zielgruppe und Stichprobe der Umfrage

Wie die Studie im weiteren Verlauf zeigen wird, ist der Digitale Zwilling derzeit noch nicht im Tagesgeschäft bei den befragten Unternehmen angekommen. Zurzeit werden hauptsächlich erste Konzepte entwickelt, die dazu dienen, den

Abbildung 1:
Übersicht der Zielgruppe für die Befragung per Online Fragebogen

Bezeichnung	Beschreibung
COO	Chief Operations Officer
CDO	Chief Digital Officer
CTO	Chief Technology Officer
CIO	Chief Information Officer
CEO	Chief Executive Officer
IT Strategy Manager	Zuständig für die Strategieentwicklung im Bereich IT
EAM-Manager	Zuständig für das Unternehmensarchitekturmanagement

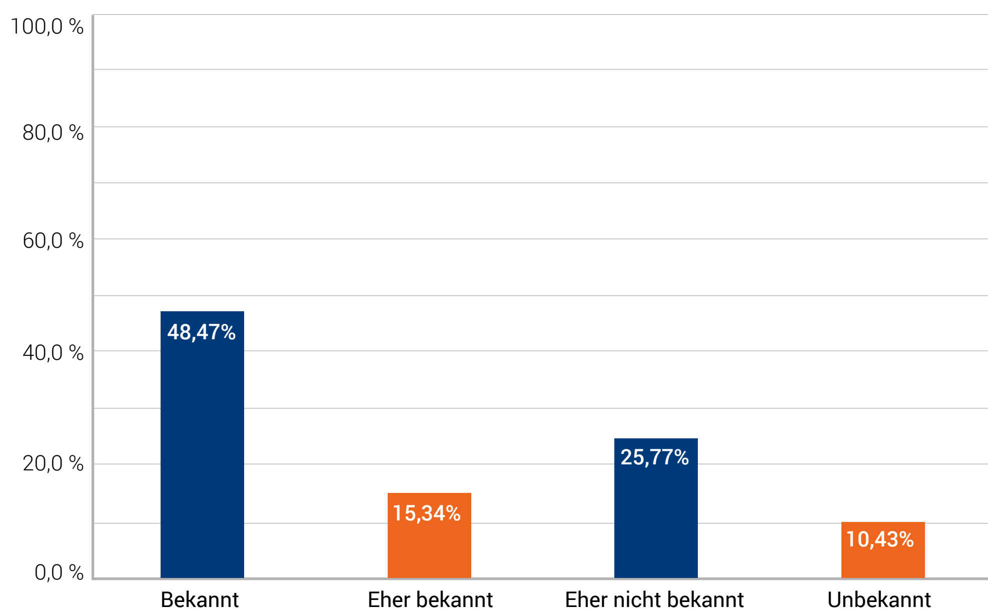
Quelle: Detecon

Mehrwert, beziehungsweise strategisch sinnvolle Einsatzmöglichkeiten, auf den Führungsebenen zu identifizieren. Aus diesem Grund wurde als Zielgruppe der Umfrage die Top- und Mittelmanagementebene, insbesondere aus den Bereichen IT, Strategie und Digitalisierung definiert. Der Fragebogen wurde dementsprechend an Mitarbeiter der folgenden Positionen versendet (Abbildung 1).

Bekanntheitsgrad des Konzepts des Digitalen Zwillings

Unsere Studie zeigt, dass rund 50% der Befragten das Konzept des Digitalen Zwillings kennen. 25% der Befragten kennen das Konzept eher nicht. Rund 10% der Befragten kennen das Konzept überhaupt nicht (Abbildung 2). Dies ist eventuell daraufhin zurückzuführen, dass in diesen Bereichen eine grundlegende Digitalisierung von Prozessen noch aussteht bzw. die Potentiale der Digitalisierung noch nicht gesehen werden. Eine andere Erklärung könnte die noch vorhandene Skepsis zum technologischen Wandel sowohl aus unternehmensinterner als auch unternehmensübergreifender Sicht sein.

Abbildung 2:
Ist das Konzept des Digitalen Zwillings in Ihrem Unternehmen bekannt?



Quelle: Detecon

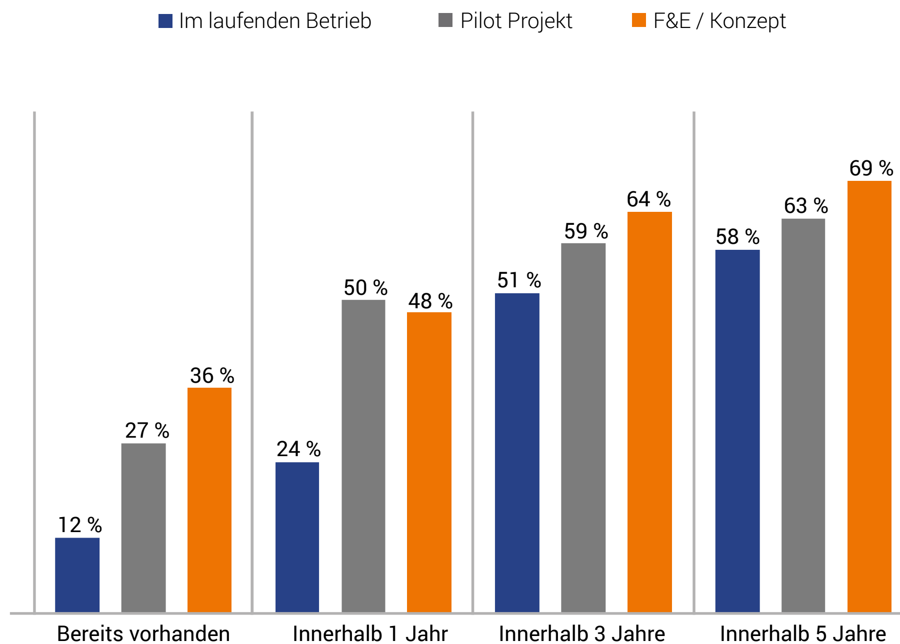
Einsatz des Digitalen Zwillings im Unternehmen

Die Umfrage belegt, dass das Konzept des Digitalen Zwilling generell weitgehend bekannt ist, die nachfolgenden Ergebnisse geben Aufschluss darüber, in wie weit der Digitale Zwilling bereits in den Unternehmen eingesetzt wird (Abbildung 3).

Die Umfrage zeigt, dass bereits 36% ein erstes Konzept im Einsatz haben, dieser Anteil soll innerhalb der nächsten fünf Jahre auf 69% steigen. Der Einsatz innerhalb erster Pilot-Projekte wird in den nächsten 12 Monaten erwartungsgemäß auf 50% steigen, während die Anwendung im laufenden Betrieb erst etwas später, nämlich innerhalb der nächsten 3 Jahre, auf über 50% ansteigt.

Die Ergebnisse zeigen somit, dass sich der Einsatz in allen Kategorien über die nächsten 5 Jahre mindestens verdoppeln soll. Anhand der Wachstumssprünge beim Einsatz des Digitalen Zwillings ist weiterhin zu erkennen, dass sich beim Einsatzgrad somit ein deutlicher Trend vom Konzept (wird bereits eingesetzt) über das Pilot-Projekt (<1 Jahr) hin zum laufenden Betrieb entwickelt (<3 Jahre).

Abbildung 3:
In wie weit ist der digitale Zwilling in ihrem Unternehmen etabliert?



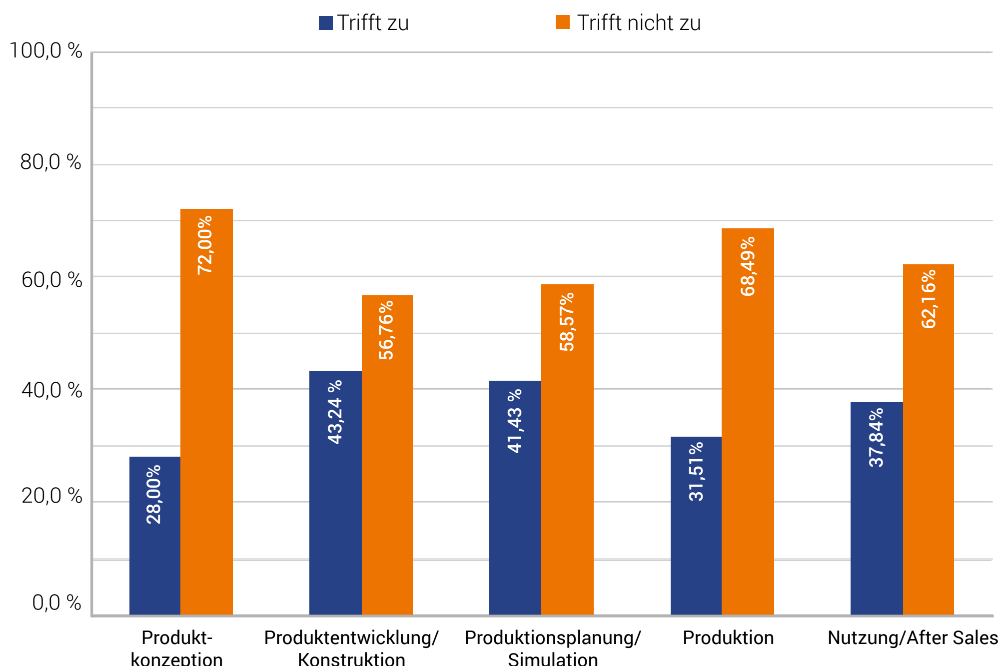
Quelle: Detecon

Einsatz des Digitalen Zwillings im Produktlebenszyklus

Eine wesentliche Rolle spielt der Einfluss von Digitalen Zwillingen in den einzelnen Phasen eines Produktlebenszyklus. Dies spiegelt sich auch in den Antworten der Befragten wieder: Dabei zeigen die Umfrageergebnisse auf, dass eine vollumfängliche Implementierung von Digitalen Zwillingen in den verschiedenen Produktlebenszyklusphasen im Unternehmen noch nicht vollzogen ist (Abbildung 4). Jede einzelne Phase zeigt dabei ein ähnliches Ergebnis: Von jeder Phase meinen mehr als 50% der Befragten, dass diese derzeit nicht in ihren Unternehmen vom Digitalen Zwilling abgedeckt sei. Dabei ist zu bedenken, dass sowohl das grundlegende technologische Knowhow als auch die entsprechende Infrastruktur vorhanden sein müssen, um Digitale Zwillinge konzipieren und implementieren zu können.

Schaut man auf den künftigen Stand der nächsten 5 Jahre, so werden die betrachteten Phasen von Produktlebenszyklen in Unternehmen zunehmend von Digitalen Zwillingen abgedeckt sein. Dies zeigt das hohe Wettbewerbspotential, was in dem Konzept gesehen wird. Folglich gilt es, die bestehenden Wertschöpfungsprozesse zu verbessern, zudem neue zu entwerfen, technologisch zu konzipieren, abzusichern und auch zu implementieren. Dies alles ist ein komplexes Unterfangen.

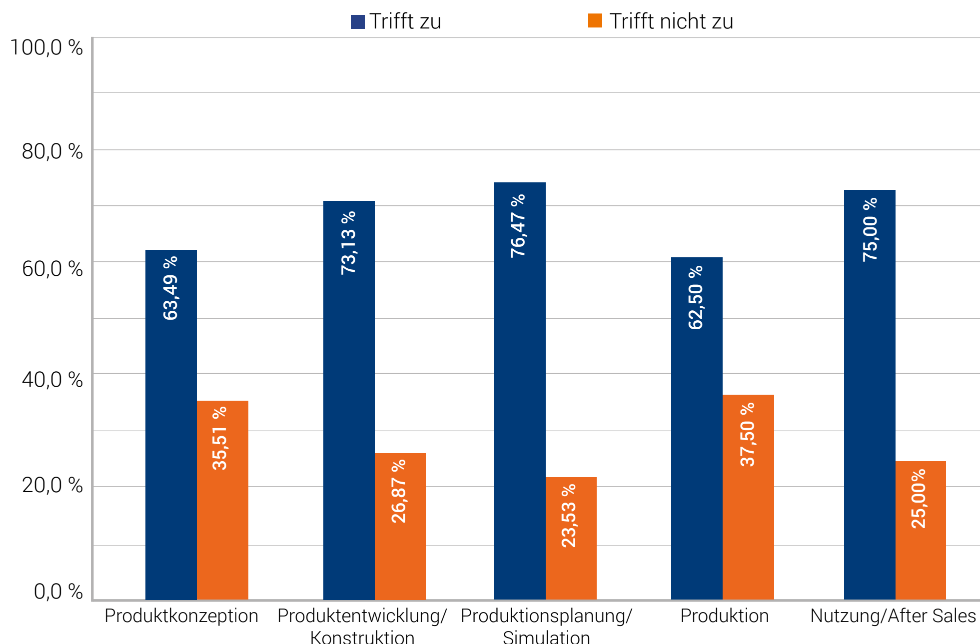
Abbildung 4: Welche der folgenden Produktlebenszyklusphasen werden derzeit vom digitalen Zwilling in Ihrem Unternehmen abgedeckt?



Quelle: Detecon

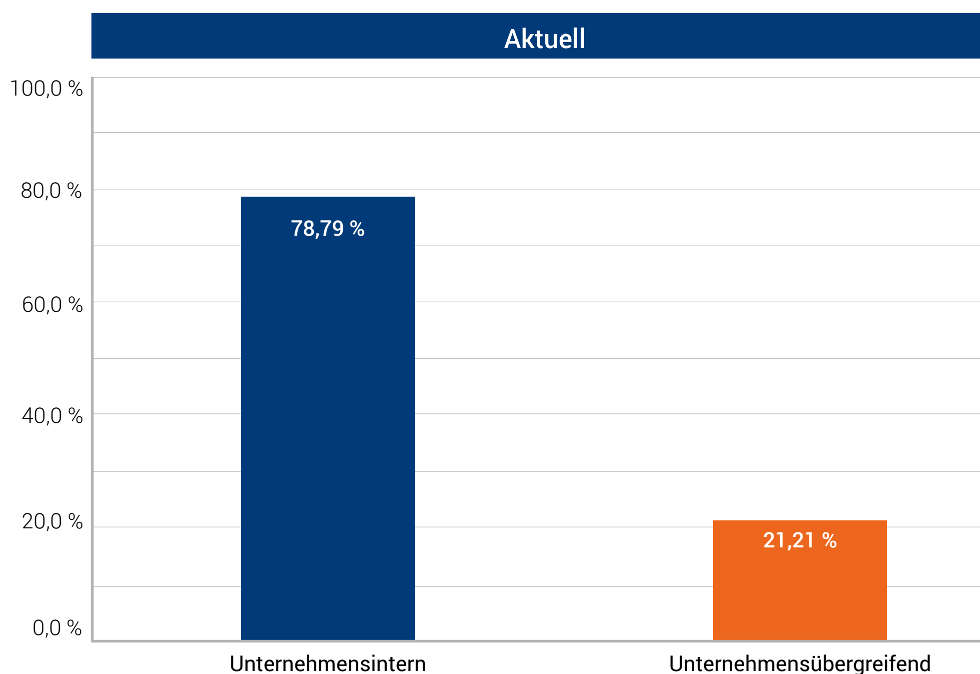
Mehr als 60% der Befragten sind zudem der Meinung, dass in der Zukunft die Digitalen Zwillinge alle Phasen im Produktlebenszyklus abdecken werden (Abbildung 5). Der höchste Abdeckungsgrad wird demnach der Phase der Produktionsplanung und Simulation zugesprochen, gefolgt von der Produktnutzung bzw. dem After Sales.

Abbildung 5: Welche der folgenden Produktlebenszyklusphasen werden zukünftig (in den nächsten 5 Jahren) vom digitalen Zwilling in ihrem Unternehmen abgedeckt?



Quelle: Detecon

Abbildung 6: Wird das Konzept des Digitalen Zwillings derzeit ausschließlich unternehmensintern oder auch unternehmensübergreifend genutzt?



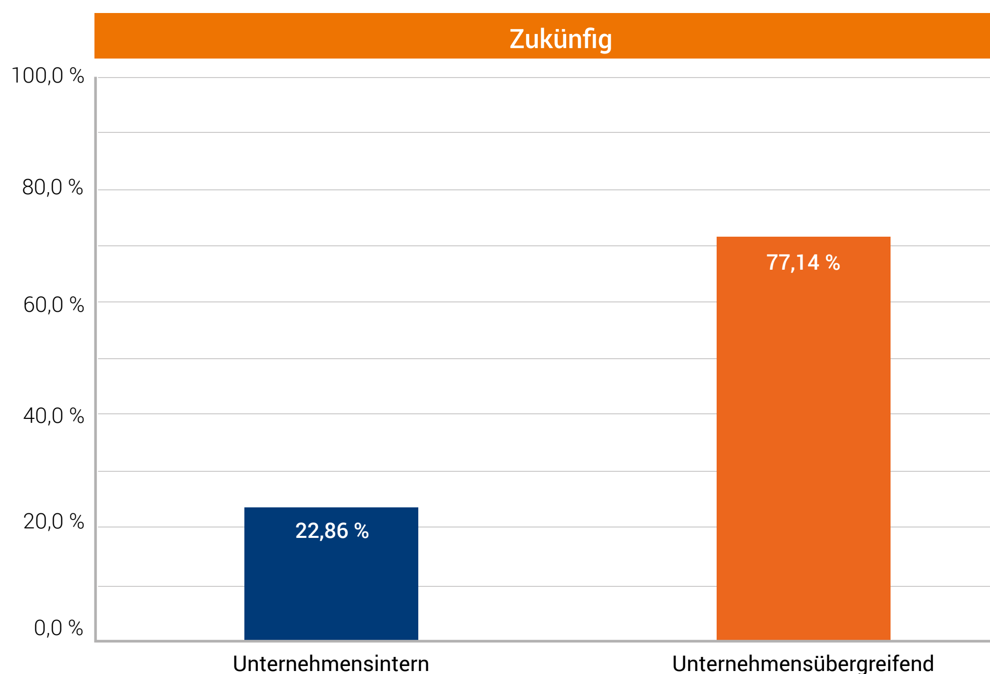
Quelle: Detecon

Nutzung des Digitalen Zwillings im Ökosystem

Die geplante Nutzungsweise des Digitalen Zwillings im Ökosystem wird einen starken Einfluss auf dessen Ausprägung haben. Während sich heute knapp 80% der Nutzung unternehmensintern abspielt (Abbildung 6), erwarten 80% der Befragten in einem Zeithorizont von 5 Jahren eine Spiegelung der heutigen Ergebnisse, sodass dann die Nutzung von Digitalen Zwillingen vor allem unternehmensübergreifend stattfinden wird (Abbildung 7).

Eine wichtige Voraussetzung für die Umsetzung dieses Vorhabens ist die Nutzung oder Neudefinition von Offenen Standards, um einen sicheren und schrankenlosen Datenaustausch zwischen allen Stakeholdern im Wertschöpfungsnetzwerk gewährleisten zu können. Zudem gilt es, geeignete Plattformarchitekturen zu schaffen.

Abbildung 7: Wird der digitale Zwilling zukünftig ausschließlich unternehmensintern oder auch unternehmensübergreifend genutzt?

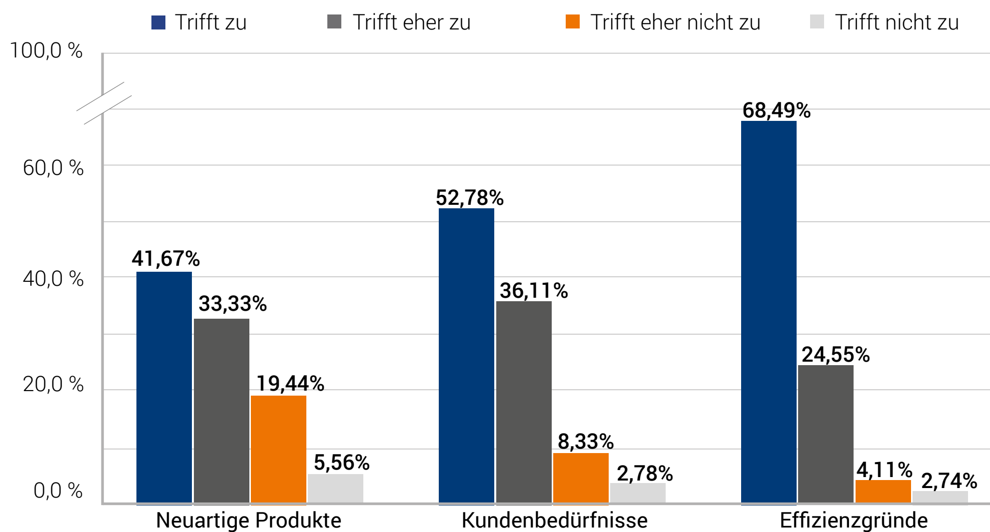


Quelle: Detecon

Potentiale des Digitalen Zwillings

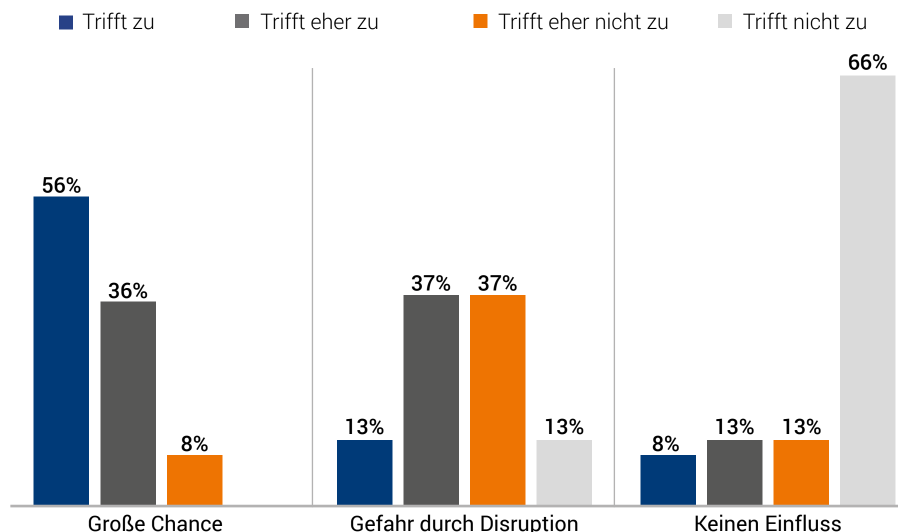
Gefragt nach dem größten Nutzen oder den größten Chancen des Digitalen Zwillings nennen die Befragten vor allem die Effizienz, gefolgt von der Abdeckung der Kundenbedürfnisse sowie der Entwicklung neuartiger Produkte und der damit verbundenen Marktchancen (Abbildung 8). Nur knapp 7% sehen keinen oder eher keinen Effizienzgewinn durch die Einführung von Digitalen Zwillingen. Ca. 10% gehen nicht oder eher nicht von einer besseren Abdeckung der Kundenbedürfnisse aus. Rund ein Viertel der Umfrageteilnehmer traut neuartigen Produkten kein oder eher kein erhöhtes Marktpotential zu. Insgesamt lassen die Ergebnisse darauf schließen, dass Digitale Zwillinge für die große Mehrheit der befragten Unternehmen zukünftig einen elementaren Wettbewerbsfaktor darstellen werden.

Abbildung 8: Was sehen Sie für Ihr Unternehmen als größten Nutzen oder größte Chance des digitalen Zwillings?



Quelle: Detecon

Abbildung 9: Wie schätzen Sie die Wirkung des digitalen Zwillings auf ihr Unternehmen grundsätzlich ein?



Quelle: Detecon

Einfluss des Digitalen Zwillings auf das Unternehmen

Die Teilnehmer der Studie wurden nach dem zu erwartenden Einfluss des Digitalen Zwillings befragt (Abbildung 9). Mit 92% sind sich die meisten Umfrageteilnehmer einig, dass im Einsatz des Digitalen Zwillings eine große Chance liegt. Ähnlich eindeutig gaben 79% an, dass sie generell einen Einfluss erwarten. Bei der Frage, ob der Digitale Zwilling durch disruptive, konkurrierende Geschäftsmodelle zu einer Gefahr werden kann, ergibt sich dagegen ein geteiltes Stimmungsbild: Genau die Hälfte der Befragten stimmt dieser These zu, während die andere Hälfte diese ablehnt. Es ist zu vermuten, dass es noch große Unsicherheit gibt, inwiefern sich disruptive Geschäftsmodelle entwickeln werden, welche Auswirkungen diese auf das eigene Unternehmen, den Markt und die Ökosysteme haben werden und wie man die Chancen dieser Entwicklung nutzen kann.

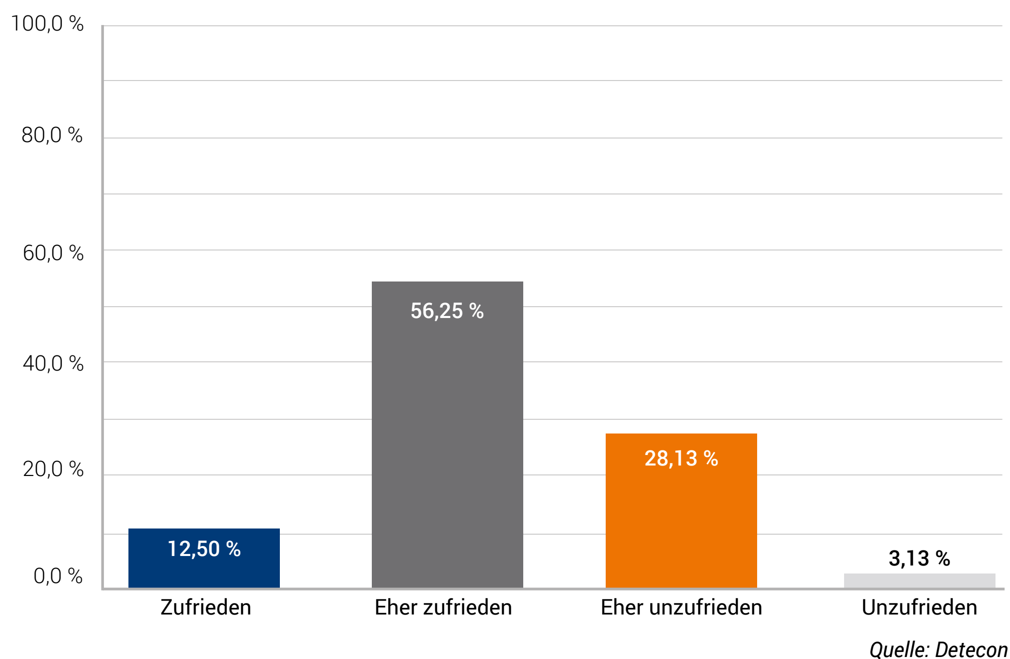
Zufriedenheit mit Projektergebnissen im Zusammenhang mit Digitalen Zwillingen

Bei vielen Projekten sind Digitale Zwillinge bereits heute ein wichtiger Bestandteil. Wir fragten nach den Projektergebnissen: Mit diesen sind in Summe knapp 70% der Befragten zufrieden bis eher zufrieden (Abbildung 10). Dies lässt darauf schließen, dass der überwiegende Teil der Unternehmen die Potentiale von Digitalen Zwillingen nutzen kann.

Herausforderungen bei der Umsetzung des Digitalen Zwillings

Wir fragten nach den größten Umsetzungsherausforderungen: Fasst man die Kategorien „trifft zu“ und „trifft eher zu“ zusammen, so mangelt es bei ca. 78% der Unternehmen an Knowhow in Bezug auf die Umsetzung von Digitalen Zwillingen. Ca. 75% bemängeln eine unzureichende Standardisierung. Ca. 73% gaben ein fehlendes Geschäftsmodell an. Ca. 69% besitzen eine unzureichende IT-Infrastruktur und ca. 54% finden die externen IT-Strukturen unzureichend.

Abbildung 10: Wie zufrieden sind Sie mit den Ergebnissen der durchgeführten Projekte im Zusammenhang mit digitalen Zwillingen?



Quelle: Detecon

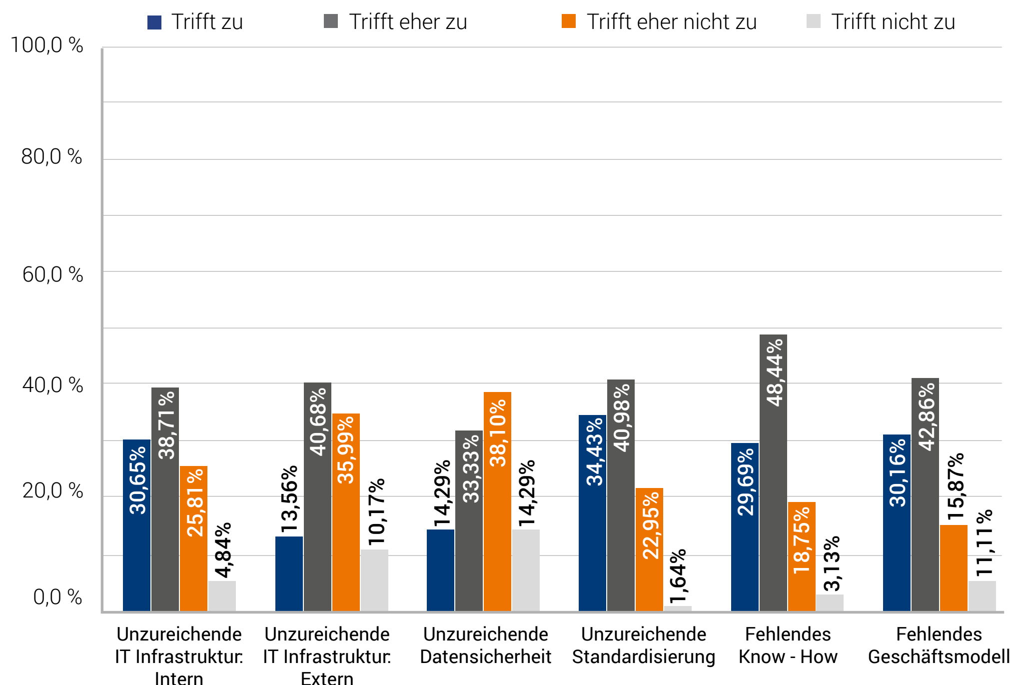
Die Datensicherheit scheint das kleinste Problem zu sein oder wird am meisten unterschätzt. Denn nur ca. 48% halten diese für eine Herausforderung (Abbildung 11). Insgesamt zeigen die Umfrageergebnisse, dass es noch viele Schwierigkeiten bei der Umsetzung gibt. Auch dies sicher ein Grund dafür, warum viele digitalen Transformationsprozesse nur langsam voranschreiten.

Einordnung im Detecon Digital Twin Maturity Model

Um einen Überblick über den allgemeinen Reifegrad von eingesetzten Digitalen Zwillingen zu erhalten, wurden die Teilnehmer gebeten, den bei ihnen im Einsatz befindlichen Zwilling in das Detecon Digital Twin Maturity Model einzuordnen. Aus der Kombination der beiden Dimensionen „Kommunikation" und „Standardisierung" ergibt sich eine 20-Felder Matrix, in die die Ergebnisse eingeordnet wurden (Abbildung 12).

Ein beachtlicher Teil (16%) der Umfrageteilnehmer ordnet den eigenen Digitalen Zwilling dem niedrigsten Reifegrad zu. Betrachtet man den Standardisierungsgrad des Digitalen Zwillings fällt auf, dass der Großteil der Anwendungsfälle auf der Ebene „Basismodell" eingeordnet wurde.

Abbildung 11: Was sind die größten technologischen bzw. organisatorischen Herausforderungen bei der Umsetzung des Digitalen Zwillings?

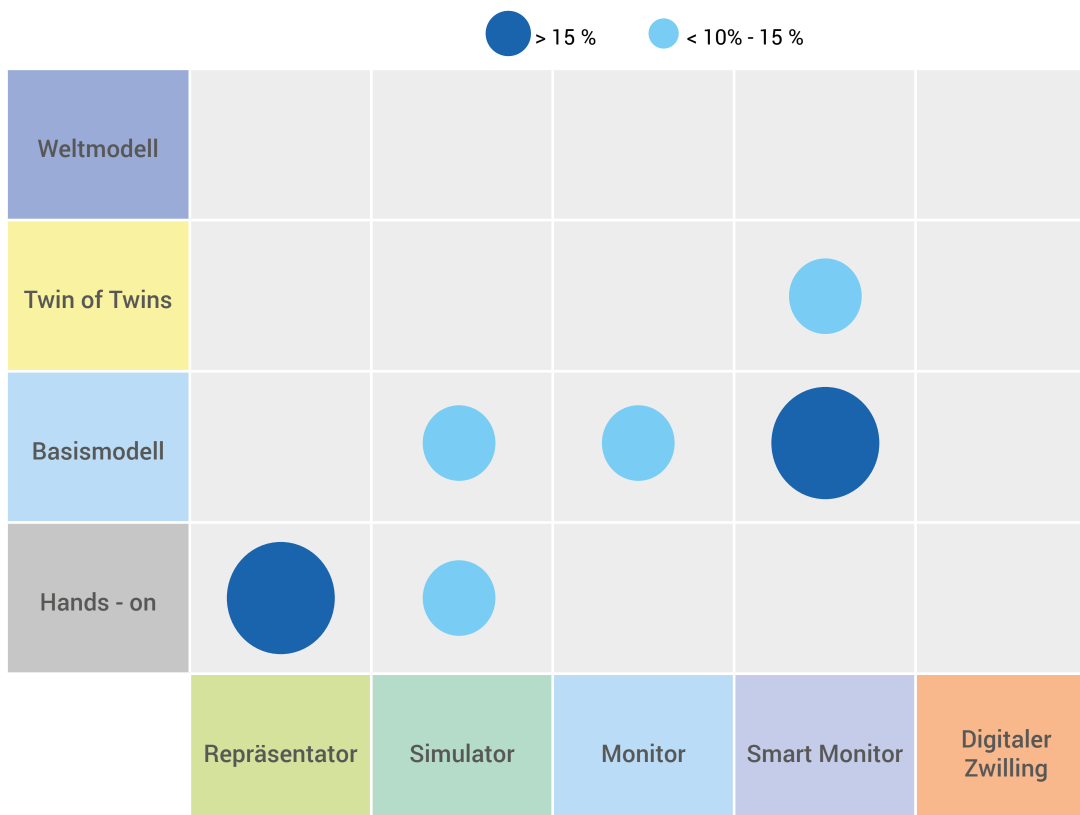


Quelle: Detecon

In Verbindung mit dem Grad der Kommunikation ergibt sich eine Häufung bei den Stufen Basismodell - Smart Monitor. In der Beschreibung dieses Kategoriefeldes findet die Kommunikation zwischen dem physischen Objekt und seinem virtuellen Abbild dabei unilateral statt.

Die erfassten Daten werden etwa via Data Analytics verarbeitet und ggf. mit externen Daten auf Basis eines standardisierten Informationsmodells angereichert. Insgesamt gaben die Umfrageteilnehmer an, dass die höchsten Reifegradstufen sowohl bei Kommunikation und Standardisierung bisher noch nicht abgedeckt werden. Das Welt-Modell und die höchste Stufe des Digitalen Zwillings sind demnach, wie erwartet, noch nicht in der Industrie realisiert.

Abbildung 12: Bitte bewerten Sie den Grad der Kommunikation und der Standardisierung ihres Digitalen Zwillings



Quelle: Detecon

Einsatz in der Praxis: Digitales Immobilienmanagement auf Knopfdruck

Digitale Zwillinge sollen die Realität möglichst vollständig virtuell nachbilden. Hierfür müssen sie anhand gesammelter Daten unterschiedlichste Einflussfaktoren berücksichtigen und mögliche Änderungen idealerweise über die gesamte Lebensphase eines Produkts simulieren. Wie kann ein solch ein Digitaler Zwilling im Einsatz konkret aussehen?

Ein Team der Detecon hat gemeinsam mit seinen Kollegen aus der T-Systems-Portfolio-Einheit „Digital Solutions" ein Minimum Viable Product (MVP) für Digitales Immobilienmanagement entwickelt, das Eigentümern und Managern von Gebäuden, Anlagen und Tiefbauten komfortable Möglichkeiten bietet: Grundsätzlich ist das Management großer und diverser Immobilienbestände oft komplex und unübersichtlich. Die konkrete Motivation der Beteiligten bestand darin, eine Lösung zu realisieren, die innerhalb weniger Tage von teils historischen Bestandsimmobilien ein detailliertes 3D-Modell erstellen kann. Dieses sollte nicht nur die Basis für professionelle Bauzustandsdokumentation, sondern auch die Überwachung von Betriebsdaten sowie die Durchführung von Simulationen ermöglichen. Um derartige Herausforderungen des Lifecycle Managements von Immobilien zu lösen, bedarf es einer Plattformlösung, die digitale Zwillinge von Gebäuden und Infrastrukturen als „Single Source of Truth" bereitstellt und damit eine Vielzahl von Anwendungsfällen unterstützt z. B. Energie-Management, Facility Management, Optimierung der Flächenauslastung, vorausschauende Wartung und vieles mehr. Wirtschaftliche Ziele umfassen dabei die Senkung von Betriebskosten, Prozessoptimierung, Produktivitätssteigerung sowie neue Geschäftsmodelle.



Gemeinsam mit weiteren externen Partnern wie dem 3D-Infrastrukturspezialist LocLab sowie den Experten für Product Lifecycle Management, Dassault Systèmes wurde seitens Digital Solutions zügig das Minimum Viable Product (MVP) „Digital Real Estate Lifecycle Management" umgesetzt. Als Basis dient das 100 Jahre alte Telekom-Gebäude in der Berliner Winterfeldtstraße, in dem sich ursprünglich das erste Fernmeldeamt der Stadt befand. Die ersten Showcase-Demonstrationen riefen sehr positives Echo hervor. „Die potentiellen Anwender waren beeindruckt und dachten, wir hätten die Visualisierungsergebnisse viele Monate vorbereitet. Tatsächlich waren es aber nur 4 Stunden und eine Woche Nachbearbeitung," betont Uwe Weber, Leiter des Industrial IoT Center der Detecon. Remote mit der Hauptstadt Berlin verbunden wurde u.a. demonstriert, wie veränderte Temperaturdaten eines Sensors in der Winterfeldtstraße in Echtzeit im Dashboard der Lösung visualisiert werden können.

Digitaler Zwilling nutzt spezifizierte Objekte

Was ermöglicht der MVP „Digital Real Estate Lifecycle Management" konkret? Zunächst spart er Anwendern viel Zeit: Existieren von einer älteren Immobilie nur noch alte oder keine Pläne, lässt sich das Objekt im ersten Schritt mittels eines photogrammetrischen Verfahren von LocLab in wenigen Stunden erfassen und als 3D-Modell erstellen. Dann erfolgt ein Transfer in die 3DExperience-Plattform (3DX) von Dassault, eine web- und rollenbasierte Oberfläche, die Zugriff auf alle objektbasierenden Daten bietet. Genau wie beim Building

Information Management (BIM) können dabei Objekten wie einer Feuerschutztür im digitalen Zwilling genaue Spezifikationen wie die Brandschutzklasse als Attribut zugeordnet werden. Im Sinne eines Reverse Engineering lassen sich aus dem 3D-Modell auch wieder 2D-Grundrisspläne erstellen, so dass ein lückenloses Änderungsmanagement mit Vergleichbarkeit unterschiedlicher Zustände möglich wird. Ein kontinuierlicher Qualitätssicherungsprozess entsteht durch die Digitalisierung der Wartungs- und Instandhaltungsprozesse sowie der sensorgestützten Integration von Betriebsdaten. Hierfür wurden etwa veränderte Werte von Temperatursensoren in Echtzeit im digitalen Zwilling anschaulich visualisiert. Durch den integrierten Informationsfluss ist es möglich, eine vorausschauende Wartung zu betreiben. Fehlermeldungen oder einfach nur Motorengeräusche lassen sich kontinuierlich erfassen und einer Musteranalyse unterziehen. Über digitale Explosionszeichnungen können Monteure zudem Wartungsdokumente einsehen und Reparaturreports einpflegen.

Simulation eines 5G-Netzes

Die Simulation baulicher Maßnahmen im Digitalen Zwilling ermöglicht schließlich zeit- und kostensparende Investitionsstrategien: Da der Zwilling alle realen und virtuellen Objekt- und Betriebsdaten untereinander abgleicht, lassen sich Simulationen von Heiz-, Lüftungs- und Klimaanlagen durchführen. Unter Einbeziehung von Parametern wie etwa Wärmeübergangskoeffizienten von Fenstern und Türen lässt sich so der erforderliche energetische Aufwand inklusive entstehendem CO²-Ausstoß, der zum Erreichen bestimmter gewünschter Raumtemperauren erforderlich ist, berechnen. Ebenso sind visualisierte Strömungssimulationen von Ventilation und Kühlungseffekten in Räumen und Etagen möglich. Hierdurch könnten sich erforderliche Pumpen verschiedener Herstellern vorab rein virtuell testen. Ähnliches gilt für Funk- bzw. 5G-Anwendungen: Hier kann man sicherstellen, dass Reichweiten in Gebäuden und Stockwerken gewährleistet sind, ohne vorab die Antennen erst montieren zu müssen. Mittels solcher elektromagnetischen Strahlungssimulationen im 5G-Umfeld wären – unabhängig vom tatsächlich aktuell entwickelten MVP – prinzipiell auch Erreichbarkeitsanalysen für Autonomes Fahren realisierbar, indem Funkzellübergänge und die resultierenden Latenzen überprüft würden. Es wäre dann auch simulierbar, ob der Datentransport genauso schnell ablaufen könnte, wenn sich plötzlich hunderte Menschen neben einer Straße befinden (siehe Screenshot einer Simulation).



Noch ein weiteres Praxisszenario: Im Straßen- und Tiefbau lassen sich schon heute digitalisierte Baumaschinen in Echtzeit mit 3D und Prozessdaten steuern, so dass sie einen virtuellen Zwilling mit allen AsBuilt-Prozessdaten von Straßen oder Gleisen zurückliefern. Letztendlich entsteht somit eine ganzheitliche virtuelle 3D-Simulationsumgebung, die alle Aspekte industrie-, unternehmens- und projektübergreifend im Sinne eines Building Experience Modeling (BEM) berücksichtigt.

Der stete Vorteil: Bestimmte Eigenschaften lassen sich schon vorab virtuell überprüfen, ohne sie aufwändig in der Realität erst aufbauen und testen zu müssen. Hieraus werden sich künftig in vielen Bereichen vor allem Effizienzgewinne, aber auch innovative Produkte, etwa im Immobilienmanagement, aber auch bei der modularen und standardisierten Fertigung, schaffen lassen.

Vision:
Der Digital Twin als Wegbereiter für das globale Ökosystem der Zukunft

Der klare Trend zu einer unternehmensübergreifenden Nutzung von digitalen Zwillingen sowie der durchgängigen Verwendung von digitalen Produktmodellen über sämtliche Lebenszyklusphasen hinweg wird nicht zuletzt durch die Ergebnisse dieser Studie deutlich. Wesentliche Treiber dieser Entwicklung sind die Aussichten auf Wettbewerbsvorteile durch Effizienzsteigerung, besser abgedeckte Kundenbedürfnisse sowie die leichtere Entwicklung neuartiger Produkte.

Herausfordernd insbesondere für Großunternehmen sind die über Jahrzehnte entstandenen heterogenen IT-Systemlandschaften. Es ist schwierig, hier Standards für den gewerkeübergreifenden Informations- und Datenaustausch zu etablieren, weil die systemspezifischen Rohdaten interpretiert und vereinheitlicht werden müssen. Zudem mangelt es an Experten-Knowhow. In den nächsten zehn bis zwanzig Jahren wird sich diese Problematik jedoch deutlich entschärfen. Denn für neue Produkte wird es ganzheitliche Planungsansätze geben, die durchgängige, digitale Prozesse über Produktlebenszyklen und Ökosysteme hinweg vorsehen. Dafür werden Standards existieren, auf die neue IT-Strukturen optimal zugeschnitten sind. Diese Strukturen werden von Ökosystemarchitekten entworfen. Alte Strukturen werden durch die neuen Strukturen weitestgehend ersetzt sein. Dies ermöglicht noch einmal weitere neue, disruptive Geschäftsmodelle.

Reifegrad digitaler Zwillinge wird sich deutlich erhöhen

Weiterhin wird sich der Reifegrad von digitalen Zwillingen künftig deutlich erhöhen. Wie das Detecon Digital Twin Maturity Model in dieser Studie zeigt, wird der Digitale Zwilling im hohen Reifegrad bei den innovativsten Unternehmen standardisierte Informationen aus verteilten Datenquellen verarbeiten, anreichern und visualisieren. Zusätzlich werden die erfassten Sensordaten mit Hilfe künstlicher Intelligenz verknüpft und angereichert, um neue Erkenntnisse zu gewinnen und diese zu visualisieren. Hier werden in den nächsten zehn Jahren die KI-basierten Fähigkeiten immer umfassender und es ist wahrscheinlich, dass dann eine bi-direktionale Kommunikation zwischen dem physischen Objekt und seinem virtuellen Abbild etabliert ist. Dann können die durch Data Analytics gewonnenen Erkenntnisse zur Steuerung des physischen Objektes genutzt werden. Zudem werden digitale Zwillinge in Ökosystemen in die Lage versetzt, miteinander zu kommunizieren bzw. zu kooperieren. All diese Fähigkeiten führen dazu, dass vermehrt autonome Systeme eingesetzt werden, die intelligent miteinander interagieren. Der Mensch wird dann primär die Funktion der Überwachung, Steuerung und Instandsetzung ausführen. Für diese Tätigkeiten werden systemübergreifende Informationen und Daten in interaktiven Dashboards auf überwiegend mobilen Endgeräten mit umfangreichen Assistenzfunktionen aufbereitet.

Ökosysteme müssen miteinander sprechen können

Um derartig umfassende, automatisierte Szenarien zu ermöglichen, müssen die Stammdaten der Systeme, Geräte und Komponenten im Modell auslesbar werden. Dies ist erforderlich, damit sich einzelne Systeme und Komponenten identifizieren können. Zu beantworten sind dabei Fragen wie: Was ist das für ein System? Welche Leistung kann es liefern? Welcher Input ist dafür erforderlich? Heute funktioniert dies schon innerhalb einer einzelnen Domäne, wenn zum Beispiel Pumpe A von Hersteller X mit Pumpe B von Hersteller Y in einer Maschine ausgetauscht wird. Die Informationsweitergabe auf andere Domänen, wie Entwicklung, After Sales etc. findet allerdings noch nicht statt. Hier müssen die Modelle der einzelnen Domänen in ein möglichst branchenübergreifendes Ökosystem integriert werden.

Soll das Ökosystem „Fahrzeug" mit dem Ökosystem „Smart City" kommunizieren können, dann müssen Fahrzeugingenieure, Stadtplaner und Bauingenieure dieselbe Sprache sprechen und einzelne Modelle miteinander in Beziehung gesetzt werden. Da jede Domäne aktuell in der Regel eigene Lösungen und Plattformen anvisiert, bildet eine spätere Integration der einzelnen Modelle durch vielen Schnittstellen eine sehr hohe Herausforderung. Ein möglicher Lösungsansatz besteht darin, Standards zu definieren, die für einen unkomplizierten Informationsaustausch sorgen. Um solche Standards zu etablieren, bieten sich Möglichkeiten wie Normung, Open Source oder Industriekollaboration an.
Für die Unternehmen gilt es, die Vernetzung und digitale Abbildung der einzelnen Produkte und Assets voranzutreiben. Wer nicht bereit ist, mitunter in Echtzeit Informationen mit Kunden, Lieferanten, Partnern und Konkurrenten zu teilen, läuft Gefahr, früher oder später den Anschluss zu verlieren. Insbesondere der Digital Twin macht Zusammenhänge klar, in dem er Informationen bereitstellt, deren Ursprung, Kontext, Semantik und Bedarf alle Stakeholder kennen. Auf diese Weise entstehen neue, mitunter weltumspannende Value-Netzwerke.

Handlungsempfehlungen

92 Prozent der Anwender von Digitalen Zwillingen erwarten einen deutlichen Einfluss und neuen Chancen auf eigene Digitalisierungsvorhaben. Zugehörige Pilotprojekte wollen 50 Prozent der Befragten in den nächsten zwölf Monaten starten. Motive sind vor allem die Aussichten auf Effizienzsteigerung, die bessere Abdeckung von Kundenbedürfnissen sowie die Erleichterung bei der Entwicklung von Produktinnovationen.

Der Trend zeigt klar eine künftig durchgängige Digitalisierung des Produktlebenszyklus. Mindestens 60 Prozent der Studienteilnehmer wollen in den nächsten 5 Jahren das Konzept auf sämtliche Phasen wie Produktkonzeption, -entwicklung, Produktionsplanung, Produktion sowie Nutzung und After Sales anwenden.

77 Prozent der Befragten wollen den Digitalen Zwilling in den nächsten 5 Jahren vor allem unternehmensübergreifend einsetzen.

Herausforderungen bei der Umsetzung von Digitalen Zwillingen sind laut dieser Studie fehlendes Knowhow, unzureichende Standards, sowie die Identifikation von neuen Geschäftsmodellen.

- Es lohnt sich, das Potential für das eigene Unternehmen zu prüfen, um in den nächsten 3-5 Jahren keinen Wettbewerbsnachteil zu erleiden. Es gilt, Nutzwertanalysen und Proof of Concepts in repräsentativen Teilbereichen der IT-Infrastruktur durchzuführen. Danach können eine Vision sowie umfangreichere Architekturkonzepte entwickelt werden. Das Detecon Digital Twin Maturity Model hilft bei der Status- und Fort schrittsbestimmung.
- Das Thema Product und Application Lifecycle Management (PLM und ALM) gewinnt künftig noch weiter an Bedeutung. Es gilt, das Produkt datenmanagement im Konzern zu vereinheitlichen und für sämtliche Stakeholder nutzbar zu machen. Dafür ist zunächst ein durchgängiger Standard zu definieren. Eine Möglichkeit besteht darin, über Use-Case-Analysen eine Anforderungsliste für die PLM-Strategie aufzustellen. Darüber kann dann ein Daten- und Informationsmodell erarbeitet werden.
- Alleine den Produktlebenszyklus zu betrachten, wird nicht mehr ausreichen. Es gilt, in Ökosystemen zu denken: Geschäftsmodelle ergeben sich demnach aus dem synergetischen Zusammenwirken sämtlicher Stakeholder. Durch die Etablierung von Ökosystemarchitekten können Schnittstellen- und Interessenkonflikte vermieden werden.
- Der Projekterfolg hängt von den Fähigkeiten des Teams ab. Es sollten interdisziplinäre Teams mit den besten internen und externen Experten zusammengestellt werden. Parallel sind Mitarbeiterschulungen zum Kompetenzaufbau wichtig. Auch projekt- und standortübergreifende Kommunikation und Erfahrungsaustausch helfen beim Aufbau von Best Practices. Stets gilt es, die Arbeiten an Unternehmensvision und Metamodell des Ökosystems zu orientieren. Ziel ist, Maschinen, Anlagen und Systeme stärker zu vernetzen, um deren Daten durch Konsolidierung, Filterung und intelligente Analysen besser nutzen zu können.

Die Autoren



Uwe Weber ist Managing Partner und Leiter des Industrial IoT Center (Digital Engineering Center) bei der Managementberatung Detecon. Als begeisterter Brückenbauer zwischen Business und Technologie gestaltet er die digitale Reise seiner Kunden. Er gründete den Beratungsbereich Enterprise Architecture Management und betreut global agierende Kunden, um entsprechende Geschäftsstrategien zu definieren, etwa die Roadmap für die Produktionsdivision eines Premium-OEM. Heute liegt sein Fokus auf Industrie 4.0 und Digital Transformation: Seine Frameworks und Konzepte zeichnen sich durch ein Ökosystemübergreifendes Informationsmanagement sowie fähigkeitsbasierte Planungsansätze mit schlankem und effektivem Projektportfolio aus. Ein Beispiel ist etwa die Konzeption und das Prototyping eines synchronisierten Digital Twin für die Produktionsabteilung eines Premium-Automobilherstellers.

Mail: uwe.weber@detecon.com
Tel: +49 69 9515 59303



Dr.-Ing. Hendrik Grosser ist Experte beim Industrial IoT Center (Digital Engineering Center) der Managementberatung Detecon. Er berät Kunden bei der Konzipierung, Planung und Umsetzung von Digitalen Zwillingen unter dem Gesichtspunkt eines ganzheitlichen Product Life Cycle Managements. Zusätzlich treibt er als technischer Leiter die Entwicklung von IoT Showcases im Digital Engineering Center Berlin voran. So zeigt er u.a. an einer Modellfabrik auf welche digitalen Transformationsmöglichkeiten und Potentiale es gibt, um Cyber-physische Produktionsanlagen im Sinne von Industrie 4.0 zu realisieren. Dabei hilft ihm sein Wissen aus dem Studium der Informationstechnik im Maschinenwesen an der TU Berlin sowie seine zehnjährige Erfahrung am Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik im Bereich Virtuelle Produktentstehung.

Mail: hendrik.grosser@detecon.com
Tel.: +49 30 2128 03116

Weitere Mitarbeiter an der Studie:

Gerhard Auer ist Kommunikationsexperte und betreut bei Detecon unter anderem die Themen Smart City, Internet of Things und Digital Twin.

Tomal K. Ganguly ist Blockchain- und Mobilitätsexperte mit dem Schwerpunkt auf digitaleMobilitätslösungen, Connected Car Services, E-Mobility und SCM.

Dominik Helf ist Manufacturing-Experte v.a. für Digital Twin, MRK-Roboter und Produktions-/Prozessoptimierung.

Ulf Lindemann ist als Senior Advisor weltweit für IoT-, EAM- und IT-Management- und Softwareentwicklungs-Projekte tätig.

Dr. Verena Schmidtmann ist Partner bei Detecon und Spezialist für EAM und IT-Governance. Sie ist als TOGAF 9 Practitioner zertifiziert.

Christian Völl ist Experte für Produktentwicklungsprozesse, Product Lifecycle Management sowie Projektleiter in Automobil- und Maschinenbau.

Christiane Wettengel ist Research Specialist und Expertin für Fact Books, Markt- und Wettbewerbsanalysen und Trendradare für 5G- und Digitalthemen.

Das Unternehmen

Detecon International ist eine führende, weltweit agierende Management- und Technologieberatung mit Hauptsitz in Deutschland, die seit über 40 Jahren klassisches Management Consulting mit hoher Technologiekompetenz vereint. Ihr Leistungsschwerpunkt liegt im Bereich der digitalen Transformation: Detecon hilft Unternehmen aus allen Wirtschaftsbereichen, ihre Geschäftsmodelle und operativen Prozesse mit modernster Kommunikations- und Informationstechnologie an die Wettbewerbsbedingungen und Kundenanforderungen der digitalisierten, globalisierten Ökonomie anzupassen. Das Know-how der Detecon bündelt das Wissen aus erfolgreich abgeschlossenen Beratungsprojekten in über 160 Ländern.

Detecon ist ein Tochterunternehmen der T-Systems International, dem herstellerübergreifenden Digitaldienstleister der Deutschen Telekom. Gemeinsam mit der T-Systems Multimedia Solutions GmbH (MMS) und den digital ausgerichteten Bereichen der T-Systems Global Systems Integration (SI) bildet die Detecon International GmbH als Portfolio-Einheit „Digital Solutions“ einen der größten integrierten Digitalanbieter in Deutschland.

Mit dem neuen Bündnis forciert Detecon seinen Beratungsansatz „Beyond Consulting“, der klassische Beratungsmethoden deutlich weiterentwickelt und an heutige und künftige Digitalisierungsanforderungen anpasst. Dies beinhaltet etwa, dass Top-Beratung das Spektrum von Innovation zur Implementierung abdeckt. Zukunftsweisende Digitalberatung erfordert mehr und mehr Technologie-Expertise und ein hohes Maß an Agilität, das die flexible, aber passgenaue Vernetzung von Experten gerade für komplexe, digitale Ökosysteme miteinschließt. Gleichzeitig wird es in der digitalen Beratung zunehmend wichtiger, die Kunden von der Innovation über Prototyping bis hin zur Implementierung zu begleiten.

Daher gründete Detecon bereits 2017 in Berlin die Digital Engineering Center für Cyber Security, Analytical Intelligence, Co-Innovation und Industrial IoT, um die Wertschöpfungskette der Beratung zu erweitern und die Umsetzung von Digitalstrategien und -lösungen mittels Prototypen und Proof of Concepts zu beschleunigen.

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne schriftliche Genehmigung der Detecon International GmbH reproduziert oder vervielfältigt werden.

Veröffentlicht durch

Detecon International GmbH
www.detecon.com

www.detecon.com

DETECON
CONSULTING